第32卷 第2期 昆虫学报 Vol. 32, No. 2
1989年5月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA May, 1989

灭幼脲对亚洲玉米螟胚胎气管系统形成的影响

陈 霈 弓惠芬

(北京农学院植物保护系，北京)

摘要 初产下的亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 卵，经灭幼脲处理，观察发现：具有抑制几丁质合成性能的灭幼脲对该种害虫的胚胎发育阶段不导致中断，而对气管系统的发生和形成产生严重阻碍。卵内幼虫近孵化时不能开始气管呼吸，生命活动停滞，死于卵壳内。这观察结果可阐明灭幼脲的杀卵机制，并指出更好地应用灭幼脲的途径。

关键词 亚洲玉米螟 灭幼脲 胚胎发育 气管系统 杀卵机制

Wellinga 等(1973)报道了一类新杀虫剂，即取代苯基苯甲酰基脲类的合成法和实验室评价。当刚发现 DU 19111 的强力杀幼虫性能时，就制备了大量的结构类似物，有些引起同 DU 19111 一样的症状，昆虫表皮沉积作用过程受到干扰，脱皮困难。进一步发展又选出 TH 6040，效力更佳。我国产品称为灭幼脲。尽管目前这类药物出现更多新的品种，灭幼脲仍有其代表性。此类化合物的杀虫作用及其毒理机制相当复杂，不仅属于昆虫生长调节剂，而且是不育剂，还可作为杀卵剂。以 ^{14}C 标记的尿二磷-N-乙酰葡萄糖胺(UDPAG) 注射于经灭幼脲处理的菜粉蝶 *Pieris brassicae* L. 幼虫，UDPAG 不能聚合为几丁质。由此间接证明了起催化作用的几丁质合成酶受到抑制 (Deul 等，1978)。此乃昆虫幼虫食入灭幼脲后干扰体壁内表皮和外表皮形成，不能脱去旧表皮，阻碍生长发育和变态，造成死亡的主要毒理机制。对棉象岬 *Anthonomus grandis* Boheman，以灭幼脲处理成虫可产生不育性，抑制产卵或使卵不能孵化。主要原因是雌虫 DNA 的生物合成受到了抑制，但 RNA 及蛋白质的合成都不受影响。处理的雄虫显示出脂蛋白合成作用的差异，某些雄虫睾丸生长受到抑制 (Mitlin 等，1977)。对昆虫卵以灭幼脲进行直接处理，研究表明其杀卵效果显著 (Ascher 等，1974; Büchi, 1978; 陈霈等，1982)。然而其杀卵机制则缺乏研究，大多根据灭幼脲杀幼虫的机理，推测认为卵内幼虫因没有或缺少几丁质而不能钻出卵壳死于卵内 (Wright 等，1976)。并且由于观察到处理卵的效果与卵龄有关，胚胎发育早期处理更为敏感 (Miura 等，1976; Lacey 等，1977; Büchi, 1978; 陈霈等，1982)，又推测可能存在直接影响胚胎发育的杀卵机制(张宗炳，1982)。

为此，作者于 1986 年观察了灭幼脲对亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 胚胎发育及器官形成的影响。现将观察结果报道如下。

本文于 1986 年 10 月收到。

材料及方法

一、实验昆虫　在人工气候养虫室内，温度25±1℃、相对湿度90%及光周期L:D=16:8，并适当通气的条件下，以半人工饲料"新7号"配方（周大荣等，1980）饲养繁殖亚洲玉米螟。根据对其一日内产卵节律的观察，自18时至0时为产卵时间，其中以21时30分至22时30分产卵最盛。养虫笼顶面的铅丝网有能让雌蛾腹部末端插入的圆孔，网的外侧放置载玻片，雌蛾产卵于玻片。将盛期螟卵分为处理组和对照组，培育在温度28±1℃条件下，进行实验观察。

二、供试药剂　灭幼脲结晶，有效成分含量90%以上。河北省唐山市化工研究所出品。

三、处理方法　将称量好的药样放入丙酮:水=3:1溶液中，配成100ppm灭幼脲液。

将着有卵块的玻片置入药液中，浸渍1分钟，取出后放在滤纸上吸干卵面及玻片上的残余药液，置于保持适当湿度的培养皿内。

共处理螟卵34块。处理时间为23时45分至0时10分。螟卵产下后1至2小时内处理完毕，此刻螟卵处于卵裂期，尚未形成胚盘。

另设同样情况的螟卵34块为对照，仅以丙酮水(3:1)溶液浸渍1分钟。

四、观察　处理组与对照组同时观察和拍照。自处理后至孵化，每隔1至2小时，取着卵玻片，在AO显微镜下，观察卵的正反两面，记录胚胎发育及器官形成的状况和卵内幼虫的活动情况，并进行拍照。ASA100。

结果与分析

玉米螟卵胚胎发育初期以灭幼脲（100ppm）进行处理，螟卵100%不能孵化；未经灭幼脲处理的对照玉米螟卵，全部孵化。观察结果如下：

一、灭幼脲处理玉米螟卵不造成胚胎发育阶段的中断

从表1及图版中可见：无论经灭幼脲处理的螟卵或对照螟卵，均经历胚盘、胚带、浆膜及羊膜形成、胚带早期延长、进一步延长及卷曲（伴随胚体分节及附肢出现）、背面封合、胚动、静止（各器官急剧发生）直至黑头期。在观察的全部卵粒中，未见任何卵粒中途停止胚胎发育，表明灭幼脲对玉米螟的胚胎发育阶段并无影响。但经灭幼脲处理的螟卵，后期发育速度略有延迟。当对照螟卵始见孵化时，达到黑头期的卵粒占总卵粒数的80.84%，而经灭幼脲处理的螟卵该时则为47.29%（见表1）。

二、灭幼脲对玉米螟气管系统的发生与形成产生严重阻碍

从表1及图版中明显看出：在胚胎发育初期经灭幼脲处理的玉米螟卵，发育到后期其气管侧纵干大多不能或不能完善形成。这从背面封合完成之后进入静止期（卵产后76小时）时即可明显表现出来。正常螟卵发育成的虫体，两侧气门及其向内凹陷而成的气门气管及与其相连的侧纵干气管，均极明显。侧纵干自胸部的第1对气门（中胸气门）至腹部的最后1对气门，构成体内气体的主要通道。此外，由中胸气门分往头部的气管和由侧纵干分往胸部及腹部的气管亦能较清楚地观察到。然而灭幼脲处理的螟卵，则大多虫体的气管侧纵干不能形成或呈现细弱、间断状况。

表 1 亚洲玉米螟胚胎发育比较 (北京，1986)

产后时间（小时）	胚胎发育	
	对照	灭幼脲
8	胚带出现，位于卵后端 1/3 处，与中轴垂直。浆膜、羊膜形成。	同对照。图版 I:1
10	胚带前端头叶呈两叶，后端较窄。	同对照。
12.5	胚带背腹弯，呈 U 形。	同对照。
15.5	胚带进一步延长，卷曲。头叶变大。两叶裂开更深，其腹面中央出现纵沟。原躯分节，分成颚节胸部及腹部。口陷、肛陷明显。	同对照。图版 I:2
22	附肢出现。	同对照。图版 I:3
29	胚带达最长，卷曲，头尾接近。头部增宽，以适应旋转。	同对照。图版 I:4
37	胚带腹面两侧更加向背方相向伸展，逐渐背合。	同对照。
41.5	胚带缩短及背面封合均完成。仍呈 U 形。口器基本形成。头朝向卵孔，尾直。处于羊膜腔中。	同对照。图版 I:5
45.5	胚动开始。头旋转，腹部亦扭转。胚动在羊膜腔中进行。	同对照。图版 I:6
46.5	胚体似 S 形。仍处于反转之中。	同对照。
52	胚动完成。头部朝向卵孔，两侧出现黄色眼点。头尾相接。中肠可见，内含卵黄。进入静止阶段。图版 II:9	同对照。图版 II:7
76.5	胚胎基本上仍处于静止状态，在羊膜腔内，但头部有时左右摆动，向羊膜腔外卵黄中略有推进。眼点变黑，上颚黄色。气门及气管明显形成。腹末端上下动作。图版 II:10	很不活动。气管侧纵干极不明显，甚致未形成。
90	头部冲出羊膜腔。中肠、气管系统及腹神经索极明显。处于黑头期。食尽卵黄。开始孵化。图版 II:11	头部不能向卵黄推进。大多未形成气管侧纵干。图版 II:8
100	全部卵粒已孵化，幼虫爬出卵壳外。	全部幼虫死于卵壳内。

表 2 灭幼脲对亚洲玉米螟卵的杀卵效果 (北京，1986)

处理	卵粒数	90 小时检查				94 小时检查					
		孵化粒数	未孵化粒数			孵化粒数	未孵化粒数*			孵化(%)	孵化降低(%)
			黑头	未黑头	黑头(%)		黑头	未黑头	黑头(%)		
灭幼脲	941	0	445	496	47.29	0	941	0	100	0	100
对照	762	2	616	144	80.84	762	—	—	—	100	—

* 即死亡粒数

由于昆虫的气管系统与体壁是同源的，二者均源于外胚层，气管系统由外胚层细胞内陷而成，其结构及组分与体壁基本相同，仅内外层次相反。体壁的内表皮、外表皮和气管内膜的外膜层，均含有几丁质成分。而灭幼脲对昆虫表皮中几丁质的合成具有抑制作用，因此，当玉米螟卵经灭幼脲处理后气管系统的发生与形成受阻，也理应是该部位的几丁质合成受到了同样的抑制。

三、灭幼脲处理早期螟卵导致卵内幼虫停滞生命活动

正常玉米螟卵产后 76 小时已完成胚胎发育形成幼虫。 原来含有液体的气管系统内

含有溶解的空气，并为微气管末端所吸用，故幼虫虽在卵壳内，气管中已有空气。在胚胎外表变干、内部器官活动开始、气管系统充满液体，随后气管呼吸即可开始（Weber 和 Weidner，忻介六等译，1982）。幼虫头部冲出羊膜腔后，借助上颚的活动大量吞食卵黄，食尽后即咬破卵壳而孵化(图版 II:10、11)。

灭幼脲处理的螟卵，虽然经 76 小时亦形成幼虫，但由于气管系统未能形成或形成不完善，不能进行气管呼吸，失去气体交换的功能，生命活动受阻。卵内幼虫头部向前推进及左右摆动均极缓慢，上颚亦不甚活动，很少吞食卵黄，吐出白色沫状液。头部始终不能与卵壳接触，更不可能咬破卵壳，不久即死于卵壳内(表 1、3，图版 II:8)。

表 3　灭幼脲对亚洲玉米螟胚胎发育过程气管系统形成的影响　　(北京，1986)

处理		抽样检查卵粒数	检查时卵龄(小时)	头部位置		气管侧纵干状况						卵黄	
						正面观察			反面观察				
				突破羊膜	未突破羊膜	完整形成	细弱间断	未形成	完整形成	细弱间断	未形成	食尽	未食尽
第一次检查	灭幼脲	197	85	116	81	0	13	184	—	—	—	—	—
	对照	230	85	230	0	230	0	0	—	—	—	—	—
第二次检查	灭幼脲	105*	110	—	—	0	20	54	0	42	63	23	82
	对照	110	90	—	—	110	0	0	110	0	0	110	0

* 有 31 粒因重叠，从玻片正面未能观察。

讨　　论

根据以上实验观察，作者认为灭幼脲杀卵的根本原因与杀幼虫实质上是相同的，都是由于几丁质合成受到了抑制。但二者的中毒征象有不同之处。玉米螟卵早期经灭幼脲处理，并不造成胚胎早期死亡，胚胎发育完成后形成的幼虫，在卵内活动迟缓、取食卵黄减少，死于卵壳内，其死亡不是由于不能脱皮，而是因未形成气管系统而表现出的窒息征象。经灭幼脲饲喂孵化后的玉米螟幼虫，起初也表现活动和取食减少，以后则渐表现虫体缩短、体表变黑、不能脱皮等症状而死亡，由体壁表皮缺陷而造成的中毒征象突出。据报道，灭幼脲对昆虫呼吸有一定影响。浸了灭幼脲液的海灰翅夜贼 *Spodoptera littoralis* 卵的耗氧量在胚胎发育的第 2—3 天开始剧降（Ascher 等，1980）。菜粉蝶幼虫在灭幼脲处理后，耗氧量及二氧化碳产生量初期略有增加，后来均减少（Moreau 等，1975）。可以认为灭幼脲对昆虫的呼吸酶系可能具有一定影响(张宗炳，1982)。然而从已孵出的幼虫食入灭幼脲后主要中毒征象是不能脱皮或形成极薄的表皮来看，抑制几丁质合成仍是灭幼脲的主要毒理机制。卵内幼虫因灭幼脲而气管系统不能形成或不完善，也反映出这一主要毒理机制。另据报道，昆虫卵中的 DNA 分布模式有可能为灭幼脲所扰乱（Matolin 等，1982)。其中毒征象不易看出，也可能与卵内幼虫的活动及取食减少有关。但实验观察表明螟卵的胚胎发育并不因灭幼脲处理而中断，这与昆虫核酸受影响而导致的生理效应(不育性)又很不相同。总之，灭幼脲对玉米螟胚胎发育过程气管系统的发生与形成产生严重阻碍这一现象的发现，对阐明灭幼脲杀卵机制和更好地应用灭幼脲具有重要的意义。

至于灭幼脲的杀卵活性与卵龄有关，即胚胎发育早期处理更为敏感，而近孵化时处理则抑制孵化力很差（实际上孵化后仍有部分幼虫继续死亡）（陈霈等，1982），作者解释为昆虫各种器官的形成是在胚胎发育的静止期，当体壁和气管系统已经分化形成，再以灭幼脲处理则抑制孵化力必然降低。

参 考 文 献

弓惠芬等 1985 灭幼脲 1 号作为二化螟杀卵剂的初步研究。北京农学院学报 2: 123—6。

忻介六、刘钟钰译 1982 昆虫学纲要。第 247—248 页。高等教育出版社。

陈霈、弓惠芬等 1982 灭幼脲类及昆虫保幼激素类似物对玉米螟卵的生物活性。植物保护学报 9(1): 35—40。

陈霈、弓惠芬等 1982 灭幼脲类对玉米螟幼虫的生物活性及防治效果。植物保护学报 9(4): 217—22。

张宗炳 1982 昆虫毒理学的新进展。第 39—75 页。北京大学出版社。

张思挺 1986 灭幼脲杀虫机理探讨(综述)。昆虫激素 20: 23—8。

Büchi, R. 1978 Ovicidal and larvicidal effects of dimilin against the European corn borer, *Ostriaia nubilalis* (Hbn.). *Z. Ang. Ent.* 86(1): 67—71.

Deul, D. H. et al. 1978 Inhibition of chitin synthesis by two 1-(2, 6-disubstituted benzoyl)-3- phenylurea insecticides. II. *Pestic. Biochem. Physiol.* 8: 98—105.

Mitlin, N. et al. 1977 Inhibition of DNA synthesis in boll weevils (*Anthonomus grandis* Boheman) sterilized by dimilin. *Pestic. Biochem. Physiol.* 7: 559—63.

Wellinga, K. et al. 1973a Synthesis and laboratory evaluation of 1-(2, 6-disubstituted benzoyl)-3-phenylureas, a new class of insecticides. I. 1-(2, 6-dichlorobenzoyl)-3-phenylureas. *Jour. Agr. Food Chem.* 21(3): 348—54.

Wellinga, K. et. al. 1973b Synthesis and laboratory evaluation of 1-(2,6-disubstituted benzoyl)-3-phenylureas, a new class of insecticides. II. Influence of the acyl moiety on insecticidal activity. *Jour. Agr. Food Chem.* 21(6): 993—8.

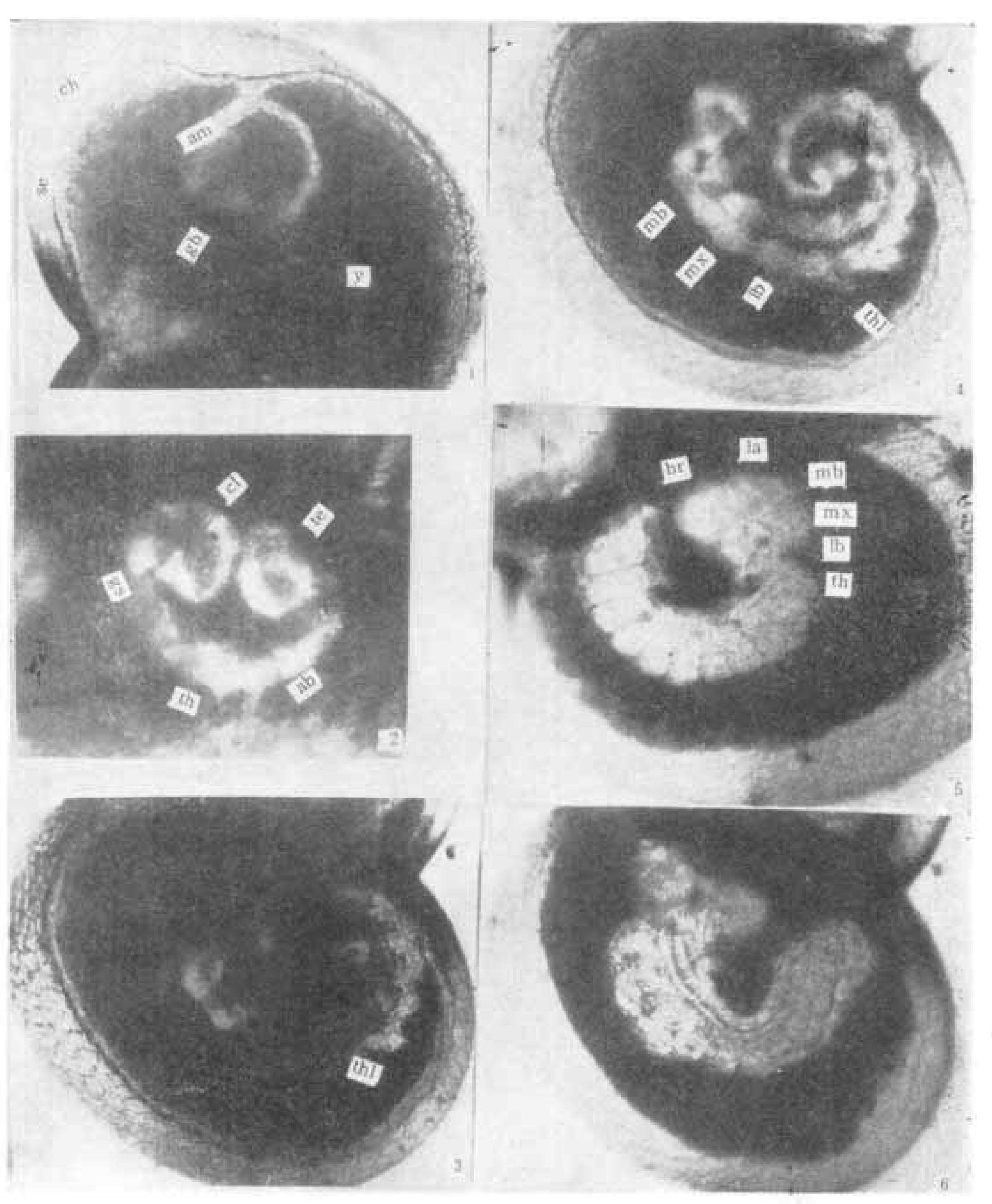
THE INFLUENCE OF A CHITIN SYNTHESIS INHIBITOR ON THE TRACHEAL SYSTEM FORMATION IN THE EMBRYO OF ASIAN CORN BORER

Chen Pei Gong Hui-fen

(Department of Plant Protection, Beijing Agricultural College, Beijing)

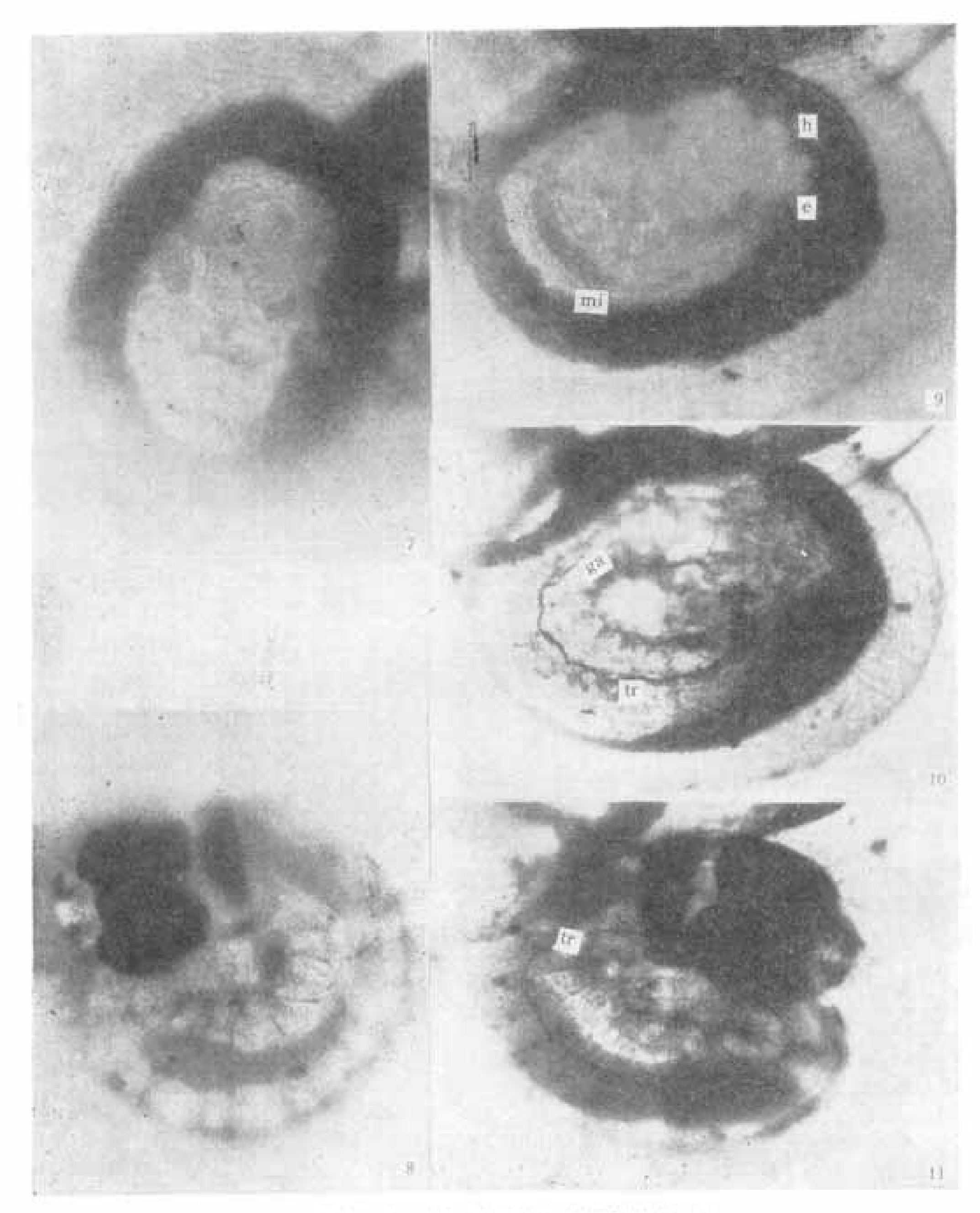
The treatment with TH 60—40, a chitin synthesis inhibitor, to the eggs of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée), was found to impede normal hatching. When egg masses in two hours after oviposition were dipped into an acetone: water (3:1) solution containing 100 ppm TH 60-40, the percentage of egg hatching was reduced to zero. Microscopical examinations revealed that treatment with TH 60—40 did not influence the general course of embryonic development, but had effect on the formation of the tracheal system of the embryo. It was observed that the two lateral longitudinal tracheal trunks could not form or formed incompletely, and presumably the respiratory function of the tracheal system was thus inhibited. As a result, the larvae would die within the chorion.

Key words *Ostrinia furnacalis* (Guenée)—TH 60—40——embryonic development——tracheal system



1—6 示亚洲玉米螟胚胎发育未因灭幼脲中断×100

ab 腹部 am 羊膜 br 脑 ch 卵壳 gb 胚带 gs 颚节 la 上唇 lb 下唇
mb 上颚 mx 下颚 se 浆膜 te 尾节 th 胸部 thl 胸部原肢节 y 卵黄



7—8　灭幼脲处理组，示静止期及气管系统不能形成×100
9—11　对照组，示静止期及气管系统形成，侧纵干气管极明显×100
e 眼　h 头部　tr 侧纵干气管　ga 神经节　mi 中肠